

Untersuchungen zur Apophytisierung von *Hedera helix*: Gelingt dem Efeu die Habitat-erweiterung vom Wald zur Stadt?

Apophytisation of *Hedera helix*: Does ivy succeed in extending its habitats from woodland to urban areas?

ALEXANDER NIKOLAIDIS, TORBEN GERECKE und DIETMAR BRANDES

Summary

The ivy (*Hedera helix*) is one of the rare evergreen forest species in Central Europe and is seen as a relict from the Atlanticum period. It appears in two different forms: as a vegetative floor form and as a climbing and fruiting tree form. In most of the woods in Central Europe the ivy exists only in its floor form. The spreading of the climbing and fruiting form is seen as a climate marker for a possible warming and is therefore often discussed together with “laurophyllisation”, the climatically caused spread of evergreen plants.

The spreading and the vitality of the ivy were investigated in the gradient of increasing urbanity using the area of Braunschweig (Germany, Lower Saxony) as an example. It could be shown by the use of a 12 km transect that the tree form of ivy increases from the outskirts to the border of the inner city. Even in the densely built-up inner city fruiting individuals as well as seedlings of *Hedera helix* are found. Germination investigations with fruits collected in the city of Braunschweig resulted in an average germination rate of 48 % when in dark and 40 % in light. Although ivy is often brought to the cities by man as decorative plant there is no doubt that this species is able to establish itself where this is supported by groups of trees and old walls. Ivy climbs on at least 69 phanerophytic species in Braunschweig.

Therefore we classify *Hedera helix* as an apophyte which succeeded in changing from the forest habitat to anthropogenic habitats like *Urtica dioica*, *Aegopodium podagraria* or *Campanula rapunculoides*. How the period of warmer summers influences the vitality of the ivy could not be estimated at the moment because of lacking comparative data. The basis however is set by our system of plots within the area of Braunschweig. The phenomenon of laurophyllisation is discussed taking into account the possible climate change and short-lived fashions of gardening.

1 Einleitung

Ohne Einfluss des Menschen wäre Mitteleuropa unter den heutigen Klimabedingungen weitestgehend von Wald bedeckt. Die Siedlungstätigkeit des Menschen führte zu einer Auflichtung, Fragmentierung bzw. Rodung der Wälder, die mit starker Störung, Nährstoffanreicherung und Absenkung des Grundwasserspiegels einher ging. In den

so entstandenen offenen Kultur- und Industrielandschaften finden die meisten Waldpflanzen, die an schattige und bezüglich der Wasser- und Nährstoffversorgung mittlere Standorte angepasst sind, kaum mehr Lebensmöglichkeiten. Trotzdem ist einigen ehemaligen Waldpflanzen ein Überwechseln vom natürlichen auf einen anthropogenen Standort gelungen. Zu diesen Apophyten gehören u.a. *Aegopodium podagraria*, *Calystega sepium*, *Campanula rapunculoides*, *Galium aparine*, *Glechoma hederacea*, *Humulus lupulus*, *Lamium maculatum*, *Poa trivialis* und *Urtica dioica* (WITTIG 2002). Auffällig dabei ist, dass es sich hierbei zumeist um Pflanzen der Auen- bzw. Bruchwälder handelt.

Wohl keine unserer einheimischen Waldarten wurde in der jüngeren Vergangenheit in Städten so häufig angepflanzt wie der Efeu. Es ist jedoch unklar, ob die Efeu-Populationen der Siedlungen sich selbst verjüngen können oder ob sie zumindest in den Zentren unserer Städte immer wieder nachgepflanzt werden müssen.

Seit IVERSEN (1944) wird *Hedera helix* als Klimazeiger genutzt. Während PHILIPPI (1992) noch befürchtete, dass die baumförmige Form des Efeus „mit der modernen Forstwirtschaft und dem Verschwinden alter Mittelwaldstrukturen“ zurückgehen werde, konnte DIERSCHKE (2005a, 2005b) zeigen, dass *Hedera helix* in den Waldgebieten um Göttingen jetzt verstärkt an den Bäumen empor klettert. Dieses Phänomen geht mit einer Periode wärmerer Jahre einher und ist vermutlich als „fingerprint of climate change“ im Sinne einer Laurophyllisation, einer Ausbreitung immergrüner (breitblättriger) Gehölze, zu bewerten. Genauere Aussagen wird man erst nach Langzeitbeobachtungen machen können, wozu unsere Arbeit die Grundlagen in Braunschweig legt.

1.1 Biologie und Verbreitung von *Hedera helix*

Der Gewöhnliche Efeu (*Hedera helix*) gehört zur Familie der Araliaceae (Araliengewächse, Efeugewächse). Diese Familie umfasst ca. 41–50 Gattungen mit etwa 1.450 Arten (HEYWOOD et al. 2007), von denen der größte Teil zu den Bäumen und Sträuchern zu zählen ist, wobei es sich häufig um kletternde Arten handelt; Kräuter sind selten (PHILIPPI 1992). Der Artenschwerpunkt dieser Familie ist in den Tropen zu finden. Die Gattung *Hedera* ist die einzige, die in der Flora Europas vertreten ist. Zu ihr gehören weltweit 6–11 Arten, von denen lediglich *Hedera helix* in Deutschland heimisch ist. In Kultur existieren zahlreiche Gartenformen von *Hedera helix*; außerdem werden *Hedera colchica* und *Hedera hibernica* öfter kultiviert. (Abb. 1)

Morphologie, Biologie und Verbreitung des Efeus sind von HEGI (1965), DIERSCHKE (2005b) und METCALFE (2005) ausführlich dargestellt, so dass hier eine kurze Zusammenfassung genügen kann. Bei *Hedera helix* handelt es sich um einen mit Haftwurzeln kriechenden oder kletternden Strauch, was in der einheimischen Flora einzigartig ist (HEGI 1965). Die Pflanzen erreichen eine Höhe von 20 m (–30 m) (PHILIPPI 1992, ROLOFF & BÄRTELS 2006) und können im Höchstalter von mehreren hundert Jahren baumstammartige verholzte Sprosse bilden (BÄRTELS 1993, HEGI 1965). Fehlt es an Möglichkeiten, um in die Höhe zu wachsen, überwuchert die immergrüne Pflanze oft flächendeckend den Boden. Efeu besitzt wechselständige, lederartige, dunkelgrüne Blätter, die



Abb. 1: *Hedera helix* mit Fruchtstand (Braunschweig, 23.2.2008).

3–5 lappig geformt sind und weiße Blattadern aufweisen (BARTELS 1993). Charakteristisch ist die Heterophyllie an zwei verschiedenen Sprossformen (HEGI 1965): An nicht blühenden juvenilen Trieben findet man mehrlappige, herzförmig-dreieckige Blätter; die ungeteilt eiförmig-elliptisch rhombischen Blätter der Blütentriebe werden nur an adulten Sprossen gebildet, welche sich erst in einem Pflanzenalter von 8–20 Jahren bilden. Es handelt sich hierbei um ausschließlich runde Sprosse, die aufrecht wachsen und keine Haftwurzeln ausbilden (f. *arborescens*). An ihnen findet man von August bis Oktober die in halbkugeligen Dolden stehenden gelbgrünen Blüten (DIERSCHKE 2005b), die im Verhältnis zu den anderen Arten der einheimischen Flora erst sehr spät erscheinen.

Die Blühreife und damit die allgemeine Vitalität ist dabei nicht nur vom Alter abhängig, sondern auch vom günstigen Klima mit milden Wintern und dem Lichtangebot. So weisen besonders Bäume in und um Siedlungen, in lockeren Baumbeständen von Parks und Mauern üppige und blühende Efeupflanzen auf (vgl. auch DIERSCHKE 2005b). Bestäubt wird Efeu zumeist von Dipteren und Lepidopteren (METCALFE 2005). Im darauffolgenden Winter/Frühjahr reifen die abgeflacht kugeligen, blauschwarz-schwarzen Steinfrüchte heran (ROLOFF & BARTELS 2006), welche endozoochor, vor allem durch Amseln und Drosseln, ausgebreitet werden (METCALFE 2005). Die Keimung erfolgt sofort nach 10–14 Tagen epigäisch mit großen, eiförmigen Keimblättern, die – als Besonderheit – jahrelang ausdauern. Der Sämling ist zweizeilig beblättert, wächst zunächst orthotrop, dann aber plötzlich plagiotrop (BARTELS 1993).

Von ELLENBERG et al. (1992) werden folgende Zeigerwerte für die Art angegeben: Lichtzahl L = (4), Temperaturzahl T = 5, Kontinentalitätszahl K = 2, Feuchtezahl F = 5, Reaktionszahl R: x, Nährstoffzahl N = x, Salzzahl S = 0. Es handelt sich also um eine Halbschattenpflanze mit Hauptverbreitung von der nördlichen Tiefebene bis in die mittleren Gebirgslagen, am häufigsten aber in der unteren Montanstufe unter allgemein ozeanischem Klima (DIERSCHKE 2005 b). Der Efeu bevorzugt frische, nährstoffreiche, lockere, humose Böden und ist gegenüber Säuregrad und Stickstoffversorgung indifferent (DIERSCHKE 2005b, OBERDORFER 2001). *Hedera helix* wird von OBERDORFER (2001) als Quercu-Fagetea-Klassenkennart eingestuft, die ihren Schwerpunkt in feuchten und nährstoffreichen Carpinion- und Tilio-Acerion-Gesellschaften im Westen Deutschlands hat.

Hedera helix gilt gemeinhin als Tertiärrelikt (z.B. OBERDORFER 2001), was nach DIERSCHKE (2005b) nur im weitesten Sinne zutrifft, da der Efeu ja nach jeder Kaltzeit aus seinen weiter südlich liegenden Refugien wieder einwandern musste. Seine größte Häufigkeit erreichte der Efeu im Atlantikum (8.000–5.000 BP), so dass beträchtliche Teile des heutigen *Hedera*-Areal im Osten, in denen die Pflanze kaum zum Blühen gelangt und auf vegetative Vermehrung angewiesen ist, demnach als Relikte aus dem Atlantikum zu bewerten sind (LANG 1994).

Die heutige Verbreitung von *Hedera helix* umfasst West-, Süd- und Mitteleuropa und ähnelt damit insgesamt dem Areal der Rotbuche i.w.S. (*Fagus sylvatica* incl. *Fagus moesicaca* und *Fagus orientalis*). Die Arealformel lautet m/mo-temp.oz1-2 EUR (MEUSEL et al. 1978). Die Ostgrenze verläuft vom ehemaligen Ostpreußen bis zum Schwarzen Meer. Im Süden reicht das Areal bis Nordafrika, im Norden bis Großbritannien, Südwest-Norwegen und Süd-Schweden (DIERSCHKE 2005b, HEGI 1965). Selten findet man *Hedera helix* in Kleinasien, im Kaukasus sowie in Nordpersien (PHILIPPI 1992). Innerhalb des Areals zeigt sich eine starke Auflockerung des Verbreitungsbildes in Gebieten mit stärker kontinental getöntem Klima, so z.B. in Teilen Südwestdeutschlands (PHILIPPI 1992) oder des pannonischen Raums. Auflockerungen gibt es ebenso in Gebieten mit nährstoffarmen Ausgangsgesteinen (Sande oder Sandsteine). In höheren Gebirgslagen fehlt der Efeu schließlich ganz, so gibt OBERDORFER (2001) als Höhengrenze für die Bodenform in den deutschen Alpen und im Schwarzwald etwa 1.230 m an, während die Baumform (f. arborescens) im Schwarzwald lediglich bis 820 m steigt. In den Wäldern Mitteleuropas kommt zumeist nur die Bodenform des Efeus vor, während die Baumform in Wäldern unter deutlich atlantischem Klimaeinfluss häufiger ist.

Hedera helix findet man jedoch nicht nur in Wäldern, sondern auch häufig in Städten und stadtnahen Gebieten, wo die Art gern als Kletterpflanze oder Bodendecker angepflanzt wird (ROLOFF & BÄRTLS 2006), da Efeu nicht nur Zierstrauch ist, sondern schon seit dem Mittelalter als Symbol für Unsterblichkeit gilt und zudem früher oft als Heilpflanze genutzt wurde. So sieht man *Hedera helix* häufig an vielen Gartenmauern und Zäunen als dekorative Zierpflanze. Die Anpflanzung von Efeu an Hauswänden wird empfohlen, da sich die Begrünung günstig auf die Innentemperatur der Häuser auswirkt (so z.B. WITTIG 2002). In aufgelassenen Friedhöfen, wenig gepflegten Parks und Gärten scheint sich der Efeu stark auszubreiten. Daher muss *Hedera helix* zugleich auch als Siedlungszeiger und Kulturrelikt eingestuft werden, so dass das natürliche Verbreitungsbild nur schwer erkennbar ist (HARDTKE & IHL 2000).

1.2 Fragestellungen

Mit unseren Untersuchungen sollen die folgenden Fragen zu Vorkommen und Biologie von Efeu in städtischen Habitaten am Beispiel von Braunschweig beantwortet werden:

1. Wie verändern sich Anteile und Vitalität von *Hedera helix* in einem Transekt durch eine annähernd konzentrisch aufgebaute Stadt, von stadtnahen Wäldern über das Stadtzentrum wieder zu stadtnahen Wäldern?
2. Gibt es Präferenzen bezüglich der Arten in der Besiedlung von Bäumen?
3. Wie erfolgt die (vom Menschen unbeabsichtigte Ausbreitung) des Efeus in der Stadt? Gibt es neben vegetativer auch generative Vermehrung?
4. Kann Efeu dementsprechend als Apophyt eingestuft werden?

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet

Hauptuntersuchungsgebiet ist die ca. 240.000 Einwohner zählende Stadt Braunschweig mit einer Fläche von 192 km². Sie liegt im Übergangsbereich zwischen basenreichem Hügelland und pleistozänem Flachland in einer Höhe von ca. 63 m bis ca. 105 m ü. NN. Die jährlichen Niederschläge schwanken um 650 mm, die mittlere Juli-Temperatur beträgt 17 °C, die Jahresmitteltemperatur 8,8 °C (BRANDES 1987). Für die letzten 20 Jahre liegt die Jahresmitteltemperatur jedoch mit 9,9 °C deutlich höher (Stadt Braunschweig 2009).

2.2 Geländeuntersuchungen

Es wurde ein Ost-West-Transekt durch das Stadtgebiet von Braunschweig mit einer Länge von 12 km gelegt, wobei pro Kilometer zumindest eine für *Hedera helix* geeignet erscheinende Fläche (Wälder, Parkanlagen, Friedhöfe, Vorgärten o.ä.) untersucht wurde. Diese Flächen sollten eine möglichst hohe Homogenität in ihrem Bewuchs aufweisen und möglichst eine Größe von 1 ha haben, was sich im dichter besiedelten Gebiet allerdings nicht einhalten ließ. Auf den entsprechenden Plots wurde der Deckungsgrad der Bodenform des Efeus, alle vom Efeu bewachsene Phanerophyten, unterschieden nach Arten und deren Höhe, erfasst. Hierbei wurde ebenso jedes bewachsene Exemplar in Hinsicht auf die Höhe des Bewuchses, die Altersstufe des jeweiligen Efeu-Exemplars mit entsprechender Höhenangabe des beginnenden adulten Wuchses und der Grad der Fruchtproduktion des kletternden Efeus protokolliert. Zudem wurden eventuelle augenscheinliche Schädigungen der Wuchsunterlage oder des Efeus geschätzt. Alle weiteren Auffälligkeiten wie abnormer Wuchs, bestimmte Varietäten der bewachsenen Bäume und Sträucher oder des Efeus selber, den Efeu schädigende Pflegemaßnahmen usw. wurden ebenfalls notiert. Ferner wurden eventuelle abiotische, von Efeu bewachsene Objekte wie Mauern, Hauswände, Grabmäler etc. und deren Abmessungen sowie gleichermaßen die entsprechenden Parameter des bedeckenden Efeus verzeichnet. Alle Höhenangaben wurden in Metern geschätzt, wobei die Ergebnisse anhand trigonometrischer Berechnungen auf ihre Genauigkeit geprüft und korrigiert wurden.

Im Bereich der Innenstadt (Altstadt sowie Wallgebiete) wurde im öffentlich zugänglichen Bereich (Rabatten, Baumscheiben, Hecken, Zäune, Pflasterritzen u.ä.) gezielt nach generativer Efeuvermehrung gesucht. Der Beleg für generative Vermehrung war dann gegeben, wenn Individuen mit Keimblättern, die beim Efeu ja sehr lange behalten werden, gefunden wurden.

Da Efeu nicht angesät wird, sind diese Individuen auf Vogelverbreitung zurückzuführen. Bei älteren Pflanzen ohne Keimblätter kann hingegen nicht entschieden werden, ob sie auf Anpflanzungen, Samenvermehrung oder Fragmentierung zurückgehen. In der dicht versiegelten Innenstadt wurden 17 Probestellen mit einer Flächengröße von insgesamt 355 m² untersucht, im unmittelbaren Wallgebiet innerhalb der Okerumflut waren es 31 Plots mit einer Gesamtfläche von 3.667 m².

2.3 Keimungsversuche

Keimungstests sollen Aufschluss darüber geben, ob die von adulten Efeupflanzen in der Innenstadt ausgebildeten Früchte überhaupt die Fähigkeit zur Keimung besitzen, ob also *Hedera helix* auch dort in der Lage ist, sich auf generativem Weg auszubreiten.

Im Frühjahr 2008 wurden an vier verschiedenen Stellen in Braunschweig reife Früchte von *Hedera helix* gesammelt: Mauer am Neustadtmühlengraben in Nähe des Hohetorwalls, Park am Gieselerwall, Mauer an der St. Magni-Kirche, Bäume am Bosselgraben (Inselwall). Vor Beginn der Keimversuche wurden die Diasporen auf Lebensfähigkeit mit dem Tetrazoliumtest (TTC-Test) geprüft (HENDRY & GRIME 1993). Die Diasporen wurden dazu angeschnitten, so dass der Embryo sichtbar war und die 1 %ige Tetrazoliumlösung (2,3,5-Triphenyl-Tetrazolium-Chlorid) in das Sameninnere eindringen konnte. Die Inkubation erfolgte über 24 h bei Zimmertemperatur in der Dunkelheit. Wenn die farblose Lösung in lebende Zellen eindringt, wird sie durch eine NADH + H⁺ abhängige Dehydrogenase reduziert, wobei das wasserunlösliche Formazan entsteht, das die Rotfärbung der Embryos verursacht.

Mit dem anderen Teil der Früchte wurden Keimungstests durchgeführt. Neben der Keimung bei Licht wurde auch die Keimung im Dunkeln sowie unter Wasser untersucht. Nachdem das Fruchtfleisch entfernt wurde, wurden die Samen zu je zehn Stück auf Filterpapier in Petrischalen (Ø 10 cm) gelegt und mit 10 ml autoklaviertem Wasser befeuchtet. Desweiteren wurden zehn Schalen mit je zehn Samen dicht mit Alufolie umwickelt, um die Dunkelkeimung zu überprüfen. Drei Platten mit je zehn Samen ohne Folie dienten als Referenzplatten. Für die Unterwasserkeimung wurden je zehn Samen in 100 ml große Erlenmeyerkolben mit 75 ml Leitungswasser gegeben. Alle Proben wurden im Klimaschrank einem Tag/Nachtwechsel von 18 °C/10 °C bei einem 16 Stunden Tag unterworfen. Die Anzahl der keimenden Samen wurde nach zwei Wochen gezählt.

2.4 Bewurzelungsversuche

Es wurden Vegetationsspitzen von Efeutrieben mit unterschiedlicher Länge (10 cm, 20 cm, 30 cm und 40 cm) abgeschnitten und aufrecht ca. 5 cm in die Erde gesteckt. Für die unterschiedlichen Längen wurden jeweils fünf Probeexemplare ausgewählt. Nach sechs Wochen wurden die mit Erde bedeckten Pflanzenabschnitte nach Wurzelbildung untersucht und eine Bewertung des Wurzelwachstums durchgeführt.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Transektuntersuchungen

Die Daten der Transektuntersuchungen sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Die Auswertung ergab folgendes Bild:

1. Die Bodendeckung des Efeus schwankt in den Wäldern, Parks und Friedhöfen über einen großen Bereich von <1 bis 50 %, wobei der Deckungsgrad in den Wäldern immer unter 5 % lag.

2. Die Anzahl efeubewachsener Bäume nimmt eindeutig in Richtung Innenstadt (Okerumflut) zu.
3. Die Wuchshöhe von *Hedera helix* bewegt sich in einer Spanne von 12 bis 19 m und stimmt gut mit den Angaben der Literatur überein, in der zumeist eine maximale Wuchshöhe von 20 m angegeben wird (z.B. ROLOFF & BÄRTELS 2006).
4. Das Wachstum von Efeu an Bäumen ist offensichtlich mit dem Deckungsgrad des Efeus in der Krautschicht korreliert (Abb. 2), obwohl gerade bei innerstädtischen Efeubeständen berücksichtigt werden muss, dass viele Bäume vom Efeubewuchs durch Pflegemaßnahmen befreit werden. Die Anzahl baumbewachsener *Hedera*-Individuen wäre daher ohne Eingriffe vermutlich in diesen Habitaten noch höher. Die Transektfläche an der Okerumflut fällt aus dem hier skizzierten Bild heraus, da sie bei lediglich 10 % Bodenbedeckung von *Hedera helix* die maximale Anzahl von efeubewachsenen Bäumen aufweist – vermutlich auch wegen fehlender Pflegemaßnahmen. Die Verhältnisse dieser schmalen galerieartigen Gehölzbestände sind zudem wegen des guten Seitenlichteinfalls nicht mit Waldbeständen zu vergleichen. Die Daten dieser Transektfläche sind daher nicht in Abb. 2 berücksichtigt.
5. Efeu ist auch nach unseren Untersuchungen in der Lage, sehr viele Baumarten als Wuchsunterlage zu benutzen. Die Anzahl bewachsener Bäume pro Fläche hängt in erster Linie vom Efeu-Deckungsgrad der Bodenschicht und damit vom Licht- (und Wärme-) Genuss der Fläche ab (s.o.). Tendenziell scheinen Bäume mit breitem Stammdurchmesser bevorzugt bewachsen zu werden, während *Hedera helix* an Sträuchern zumeist nur in Ermangelung anderer Wuchsunterlagen klettert. Tab. 1 gibt eine Übersicht über die in den einzelnen Transektflächen besiedelten Gehölzarten. Die häufigsten bewachsenen Baumarten sind: *Quercus robur* (141), *Taxus baccata* (118), *Acer platanoides* (111), *Carpinus betulus* (83) und *Robinia pseudoacacia*

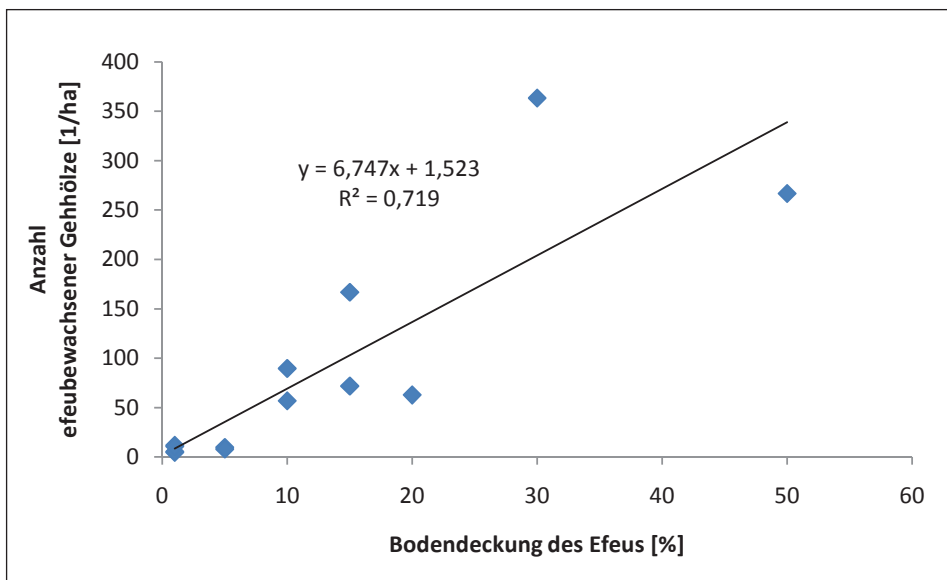


Abb. 2: Zusammenhang zwischen Bodendeckung des Efeus und Anzahl efeubewachsener Bäume pro Hektar.

Untersuchungen zur Apophytisierung von *Hedera helix***Tab. 1:** *Hedera helix* im West-Ost-Transekt durch das Braunschweiger Stadtgebiet.

Untersuchungsgebiet	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Habitat	W	W	W	F	F	F	P	U	S	P	P	P	F	W
Flächengröße [ha]	6,00	6,00	4,00	0,36	0,30	2,00	2,40	0,35	1,20	3,60	0,30	1,20	2,25	4,00
Bodenbedeckung d. Efeu [%]	<1	<1	<5	15	30	<10	<1	<10	<10	<5	50	15	20	<1
Anzahl bewachsener Bäume	27	32	38	60	109	179	28	170	68	28	80	86	141	42
Maximale Wuchshöhe Efeu [m]	18	12	14	19	15	17	18	18	17	14	18	15	19	16
Anzahl Baumform (f. arborescens)	7	1	11	29	43	32	14	66	12	3	9	4	61	4
Anzahl fruktifizierender Individuen	4	1	11	28	35	32	14	66	10	3	8	1	51	4
Von <i>Hedera helix</i> bewachsene Gehölze:														
<i>Quercus robur</i>	24	19	14	5	1	6	.	.	.	12	31	11	6	12
<i>Betula pendula</i>	2	9	7	.	.	2	.	5	7	.	1	.	16	.
<i>Corylus avellana</i>	2	3	.	.	2	1	2	.	1	.	.	.	.	.
<i>Populus tremula</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carpinus betulus</i>	.	.	4	6	2	.	1	.	2	2	6	29	3	28
<i>Fagus sylvatica</i>	.	.	1	.	1	.	.	6	.	1	.	8	.	2
<i>Fraxinus excelsior</i>	.	.	4	15	15	3	1	10	1	.	.	.	.	.
<i>Prunus avium</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	3	1	.	1	.	.
<i>Prunus padus</i>	.	.	2	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.
<i>Alnus incana</i>	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sambucus nigra</i>	.	.	3	.	2	2	.	15	3	1	17	.	.	.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	.	.	.	4	8	4	8	11	3	3	2	5	6	.
<i>Syringa vulgaris</i>	.	.	.	8	8	4	.	.	9	.	.	.	11	.
<i>Quercus robur</i> 'Fastigiata'	.	.	.	12	.	.	.	.	.	.	.	.	12	.
<i>Aesculus hippocastanum</i>	.	.	.	4	2	5	2	1	2	.	.	.	.	.
<i>Crataegus monogyna</i>	.	.	.	1	4	1	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Pinus strobus</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Tsuga canadensis</i>	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Platanus × hispanica</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ulmus glabra</i>	.	.	.	1	3	.	.	1	.	3	.	.	.	.
<i>Acer platanoides</i>	11	29	12	44	.	.	9	4	2	.
<i>Robinia pseudoacacia</i>	12	12	.	50	.	.	1	4	.	.
<i>Ilex aquifolium</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ligustrum vulgare</i>	4	.	.	.	13	.	.	.	.	.
<i>Taxus baccata</i>	11	94	.	.	1	.	.	.	12	.
<i>Tilia cordata</i>	12	.	.	.	.	.	.	1	7	.
<i>Philadelphus coronarius</i>	2	.	.	1	1	.	.	.	3	.
<i>Populus nigra</i> 'Italica'	3	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Spiraea × vanhouttii</i>	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lonicera xylosteum</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pinus nigra</i>	2	.	.	.	.	.	11	22	.
<i>Prunus serotina</i>	1	.	.	.	.	1	.	3	.
<i>Corylus colurna</i>	3	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Acer sacharinum</i>	2	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Chamaecyparis pisifera</i>	3	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Malus toringo</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pyracantha coccinea</i>	1	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Symphoricarpos albus</i>	2	.	.	.	.	.
<i>Tilia platyphyllos</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ginkgo biloba</i>	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alnus glutinosa</i>	13	.	.	.	.	.
<i>Populus × canadensis</i>	4	4	1	.	.	.	.
<i>Pterocarya fraxinifolia</i>	4	.	.	.	.	.	.
<i>Cornus sanguinea</i>	1	.	.	.	.	.	.
<i>Ulmus laevis</i>	2	.	.	.	.	.	.
<i>Salix mollissima</i>	1	.	.	.	.	.	.
<i>Picea abies</i>	2	.	.	.	10	.
1: Gleidinger Holz (unmittelbar an der Stadtgrenze, jedoch Kreis Peine). 2: Timmerlaher Busch. 3: Broitzemer Holz. 4: St. Petri-Friedhof. 5: Friedhof d. Reformierten Gemeinde. 6: Dom- und Magni-Friedhof. 7: Löbbbeckes Insel. 8: östlicher Okerumflutgraben am Theater- und Museumspark. 9: Jasperallee (Okerumflut bis Wilhelm-Bode-Straße). 10: Stadtpark. 11: Prinz-Albrecht-Park (nahe Herzogin-Elisabeth-Straße). 12: Prinz-Albrecht-Park (nahe Ebertallee). 13: Hauptfriedhof. 14: Buchhorst.														
Habitats: F: Friedhof, P: Park, S: Siedlung (örtl. Ringgebiet), U: Okerumflut, W: Wald.														

Tab. 1: Fortsetzung.

Untersuchungsgebiet	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Habitat	W	W	W	F	F	F	P	U	S	P	P	P	F	W
Flächengröße [ha]	6,00	6,00	4,00	0,36	0,30	2,00	2,40	0,35	1,20	3,60	0,30	1,20	2,25	4,00
Bodenbedeckung d. Efeu [%]	<1	<1	<5	15	30	<10	<1	<10	<10	<5	50	15	20	<1
Anzahl bewachsener Bäume	27	32	38	60	109	179	28	170	68	28	80	86	141	42
Maximale Wuchshöhe Efeu [m]	18	12	14	19	15	17	18	18	17	14	18	15	19	16
Anzahl Baumform (f. arborescens)	7	1	11	29	43	32	14	66	12	3	9	4	61	4
Anzahl fruktifizierender Individuen	4	1	11	28	35	32	14	66	10	3	8	1	51	4
<i>Forsythia × intermedia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	1	.
<i>Deutzia × magnifica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Laburnum anagyroides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Picea mugo</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Prunus domestica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Ribes sanguineum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Viburnum lantana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Acer campestre</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	8	.	.	.
<i>Sorbus aucuparia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.
<i>Quercus rubra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	12	.	.
<i>Tilia × vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	.
<i>Fagus sylvatica</i> 'Pendula'	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Cornus mas</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.
<i>Larix kaempferi</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Liriodendron tulipifera</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Picea omorika</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Berberis thunbergii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.
<i>Rhododendron</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Ribes alpinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Deutzia gracilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.

1: Gleidinger Holz (unmittelbar an der Stadtgrenze, jedoch Kreis Peine). 2: Timmerlaher Busch. 3: Broitzemer Holz.
4: St. Petri-Friedhof. 5: Friedhof d. Reformierten Gemeinde. 6: Dom- und Magni-Friedhof. 7: Löbbekes Insel.
8: östlicher Okerumflutgraben am Theater- und Museumspark. 9: Jasperallee (Okerumflut bis Wilhelm-Bode-Straße).
10: Stadtpark. 11: Prinz-Albrecht-Park (nahe Herzogin-Elisabeth-Straße). 12: Prinz-Albrecht-Park (nahe Ebertallee).
13: Hauptfriedhof. 14: Buchhorst.

Habitats: F: Friedhof, P: Park, S: Siedlung (örtl. Ringgebiet), U: Okerumflut, W: Wald.

(79). Von den Sträuchern wurden am häufigsten *Sambucus nigra* (43) und *Syringa vulgaris* (40) bewachsen. Der Bewuchs hängt offensichtlich davon ab, welcher Baum sich in erreichbarer Nähe befindet. Abhängigkeiten von der Oberflächenstruktur der Borke sind nicht zu erkennen.

- Die Ausbildung der Altersform des Efeus und die damit einhergehende Fruchtbildung ist auf den innerstädtischen Flächen eindeutig häufiger als in den Wäldern. Auch hier fallen die Gehölzbestände an der Okerumflut wieder durch ein Maximum fruktifizierender Pflanzen auf. Offensichtlich ist die Beleuchtungsstärke der maßgebliche Faktor für den Übergang von der juvenilen in die adulte Phase, was orientierende Messungen der relativen Beleuchtungsstärke belegen. Dies deckt sich auch mit Beobachtungen von DIERSCHKE (2005b). Tendenziell tritt dieser Wechsel bei den urbanen Flächen in einer geringeren Höhe als bei den Waldflächen auf: so pendeln die Werte auf städtischen Flächen um etwa 3 m, am östlichen Umflutgraben gehen sie sogar auf 2 m herab, da hier ein größerer Lichteinfall durch die offene Wasserfläche möglich ist (s.o.). Bei den Waldflächen liegt der Wert hingegen zwischen 4 und 5 m.



Abb. 3: *Orobancha hederæ* schmarotzend auf *Hedera helix* (Braunschweig, 2008).

7. Kalte Winter (z.B. 2009/10) schädigen Efeu insbesondere an Mauern stärker. Lokal wird *Hedera helix* auch durch Kaninchenfraß und Pilzbefall geschädigt, so z.B. auf dem Braunschweiger Hauptfriedhof. Als floristische Besonderheit findet sich der Vollparasit *Orobancha hederæ* auf Efeu im Botanischen Garten, von wo aus er sich auf Efeubestände in der Nachbarschaft (Bültenweg, Spielmannstraße) ausbreiten konnte (Abb. 3). Eine Beeinträchtigung der Vitalität von *Hedera helix* ist nicht zu erkennen.

3.2 Generative Vermehrung in der Innenstadt

Die Suche nach Keimpflanzen (bzw. von Jungpflanzen mit Keimblättern) von *Hedera helix* im Wallgebiet (innerhalb der Okerumflut) ergab 2008 bei insgesamt 25 Stichproben auf einer Gesamtfläche von 3.461 m² eine Anzahl von 232 Keimlingen, wobei die positiven Befunde in Tab. 2 zusammengestellt sind. In der Innenstadt (= Altstadt) von Braunschweig wurden bei 22 Stichproben mit einer Gesamtfläche von insgesamt 472 m² immerhin 52 Keimlinge auf 6 Probestellen gefunden (vgl. Abb. 4 und Abb. 5). Aus Platzgründen sind wiederum nur die positiven Ergebnisse in Tab. 3 zusammengestellt.



Abb. 4: *Hedera helix*-Keimlinge aus Früchten der Braunschweiger Innenstadt angezogen (2008).



Abb. 5: Keimlinge von *Hedera helix* im Kopfsteinpflaster unterhalb einer efeubewachsenen Mauer in der Braunschweiger Innenstadt (2008).

Tab. 2: Funde von *Hedera helix*-Jungpflanzen im Wallgebiet innerhalb der Okerumflut.

Stichprobe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Fläche [m²]	100	25	380	380	380	380	380	40	18	1	225	50	155	250	300	16
davon <i>Hedera</i> -bedeckt [m²]	0	3	37	17	9	121	139	0	1	0	5	15	2	19	0	2,5
Gesamtbaumzahl	25	5	16	15	7	16	13	2	0	0	3	2	14	10	1	0
davon mit <i>Hedera</i> bewachsen	0	5	3	2	3	7	8	0	0	0	1	2	0	5	1	1
davon mit Fruchtansatz	0	3	0	0	0	3	7	0	0	0	0	2	0	0	1	0
Jungpflanzen	1	2	6	13	15	5	7	11	8	2	3	5	7	26	120	1
1: Bammelsburger Straße (Baumscheiben). 2: Gaußdenkmal (Grünfläche). 3–5: Bosselgraben (Nordwestufer). 6–7: Bosselgraben (Südostufer). 8: Löbbekes Insel (Grünfläche). 9: Theaterpark (Grünfläche). 10: Am Theater (Brückenteiler). 11: Am Alten Petritore (Grünfläche). 12: Hohetorwall (Grünfläche). 13: Gieselerwall (Grünfläche). 14: Bruchtorwall (Grünfläche). 15: Bruchtorwall (ungepflegte Grünfläche). 16: Löwenwall (Baumscheibe).																

Tab. 3: Funde von *Hedera helix*-Jungpflanzen in der Innenstadt.

Stichprobe	1	2	3	4	5	6
Fläche [m ²]	45	3	18	9	3	1
davon <i>Hedera</i> -bewachsen [m ²]	11	0	0	3	0	0,5
Gesamtbaumzahl	0	0	0	0	0	0
davon mit <i>Hedera</i> bewachsen	0	0	0	0	0	0
davon mit Fruchtausatz	0	0	0	0	0	0
Jungpflanzen	20	21	2	2	1	6

1: Ritterstraße (Rabatte). 2: Magnikirche (Kopfsteinpflaster). 3: Echternstraße (Pflaster um Parkplatzpoller).
4: Ziegenmarkt (geteilter Hinterhof). 5: Prinzenweg (Mauerritze). 6: Mönchstraße (Rabatte vor Hauswand).

3.3 Keimung von Efeusamen aus der Braunschweiger Innenstadt

Der TTC-Test ergab, dass die meisten in der Stadt geernteten Samen lebensfähig waren. In den Petrischalen keimten die Efeusamen innerhalb von 2 Wochen im Licht durchschnittlich zu 40 %, im Dunkeln zu 48 % (vgl. Abb. 6). Unter Wasser keimten sie zu 24 % (Tab. 4). In der Literatur (z.B. KOLLMANN 1994) wird Efeu oft als Dunkelkeimer angegeben, was aufgrund unserer Ergebnisse wohl korrigiert werden muss.

3.4 Ausbreitungsmöglichkeiten über gehäckselte Sproßabschnitte

Wir haben gelegentlich beobachtet, dass bei Pflegearbeiten in der Braunschweiger Innenstadt auf Grünstreifen ältere Bäume von Efeubewuchs befreit, die abgetrennten Triebe des Efeus gehäcksel und anschließend wieder auf die aufgelockerten Grünstreifen ausgestreut wurden. Es stellte sich dabei für uns die Frage, ob die Efeuhäcksel unter günstigen Bedingungen in der Lage sind, wieder auszutreiben, anzuwachsen und sich zu etablieren, zumal Stecklingsvermehrung mit Kopfstecklingen für Efeu-Topfpflanzen in der gärtnerischen Praxis eine gängige Methode darstellt. Um diesen bislang für die spontane Ausbreitung unbeachteten Vektor zu untersuchen, wurden orientierende Versuche durchgeführt, deren Ergebnisse in Tab. 5 zusammengestellt sind (vgl. Abb. 7). Sie belegen, dass die Anzahl der innerhalb von 6 Wochen gebildeten Adventivwurzeln offensichtlich von der Länge der Sprossabschnitte abhängig ist. Im Fall der 10 cm langen Abschnitte konnte zusätzlich belegt werden, dass eine Übersandung den Bewurzelungs- und damit den Etablierungserfolg begünstigt. Sprossspitzen von Blühtrieben bewurzelten hingegen nicht.

Unter günstigen Bedingungen kann Efeu somit in den Städten auch unbeabsichtigt vegetativ ausgebreitet werden. Die Stecklingsvermehrung mit Kopfstecklingen (Triebspitzen) ist für Efeu-Topfpflanzen eine gängige Methode. Ebenso ist auch eine Vermehrung durch Teilstecklinge möglich. Schließlich können auch in der Erde verwurzelte Kriechsprosse beim Räumen von Efeu-bestandenen Flächen infolge Fragmentierung eine weitere Ausbreitung des Efeus verursachen. Hierzu liegen jedoch noch keine detaillierten Untersuchungen vor.



Abb. 6: Keimlinge von *Hedera helix* auf einer Baumscheibe in der Braunschweiger Innenstadt (2007).



Abb. 7: Ergebnis der Bewurzelungsversuche (von links nach rechts): 1: keine Wurzelbildung, 2: geringe Wurzelbildung, 3: mittlere Wurzelbildung, 4: starke Wurzelbildung.

Tab. 4: Ergebnisse der Keimversuche von *Hedera helix* (aus der Braunschweiger Innenstadt).

Nummer des Ansatzes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ø
Anzahl Keimlinge Licht (16 h Tag)	6	7	3	2	0	6	4	.	.	.	4
Dunkelheit (24 h)	5	3	2	1	8	6	6	5	4	8	4,8
Unter Wasser (16 h/8 h)	1	3	2	5	1	.	.	.	.	.	2,4
Pro Ansatz wurden 10 Samen eingesetzt; angegeben ist die Anzahl der gekeimten Samen nach 2 Wochen.											

Tab. 5: Ausmaß der Bewurzelung von Sproßabschnitten von *Hedera helix*.

Nummer des Versuchs	1	2	3	4	5
10 cm lange Stecklinge	+	0	0	+	0
20 cm lange Stecklinge	+	++	+	++	0
30 cm lange Stecklinge	++	+++	+	++	+++
40 cm lange Stecklinge	+++	+++	++	+++	+
10 cm lange Stecklinge übersandet	+	0	+	++	++
20 cm lange Stecklinge von Blühtrieben	0	0	0	0	0
+: 3 bis 5 Adventivwurzeln, ++: 5–10 Adventivwurzeln, +++: >10 Adventivwurzeln.					

4 Seit wann gibt es Efeu in unseren Städten?

In mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Pflanzenresten aus Braunschweig wurde *Hedera helix* nicht gefunden (HELLWIG 1990). CHEMNITIUS (1652) nannte jedoch die aufrechte, fruchtende Form des Efeus („*Hedera arborea* Tab. ac. Bauh.“, „*Hedera corymbosa* Lob.“) für die Braunschweiger Stadtmauer: „*ad maenia urbis interiora copiosa satis*“. Vermutlich gab es in der frühneuzeitlichen Großstadt Braunschweig kaum weitere Wuchsmöglichkeiten für den Efeu, höchstens an Mauern von Ruinen. Seit wann sich die dichten Efeubestände in den alten Friedhöfen, die per Verordnung im 18. Jahrhundert außerhalb der damaligen Stadt angelegt werden mussten, entwickeln konnten, bleibt offen. Wahrscheinlich gehen sie auf Bepflanzungen der Gräber mit einheimischen Waldpflanzen zurück, wobei sich der Efeu erst ausbreiten konnte, nachdem auf den alten Friedhöfen nicht oder kaum mehr bestattet wurde und dementsprechend auch die Pflegeintensität stark reduziert wurde. Die Situation zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde von HEGI (1965) folgendermaßen beschrieben: „*Als Schattenpflanze erfreut sich der Efeu bei den Gärtnern allgemeiner Beliebtheit; als solche bildet er an schattigen Stellen (neuerdings in den Waldfriedhöfen) einen vorzüglichen Ersatz für die Rasenbepflanzung.*“

Ebenso konnte sich Efeu auch an steilen und zugleich etwas beschatteten Böschungen der Okerumflut sehr ausbreiten (vgl. GROTE & BRANDES 1991). Auch dieser Vorgang kann sich erst nach Schleifung der barocken Befestigungsanlagen und der anschließenden Umgestaltung der Wallanlagen ereignet haben. So geht die große Megapopulation von *Hedera helix* im wilhelminischen Ringgebiet ebenso (erst) auf Anpflanzungen des ausgehenden 19. Jahrhunderts und des 20. Jahrhunderts zurück. Die hier für Braunschweig skizzierte Entwicklung hat sich in vielen mitteleuropäischen Städten abgespielt. Interessant erscheint in diesem Zusammenhang, dass *Hedera helix* an innerstädtischen Böschungen von Eisenbahn- oder Stadtbahnlinien, die von Gehölzen mehr oder min-



Abb. 8: *Hedera helix*-Keimlinge in der Altstadt von Korčula/Kroatien (Mai 2006).

der stark beschattet werden, besonders in Nähe von Friedhöfen und Gärten große Bestände aufbaut, so z.B. in Braunschweig oder Berlin. Befragungen von Friedhofsgärtnern im Jahr 2007 ergaben allerdings, dass Efeu nur noch wenig als Bodendecker gepflanzt wird, zumal er auf dem Braunschweiger Hauptfriedhof von einer Pilzinfektion betroffen sei. Möglicherweise hat der Efeu daher längst seinen Zenit als Zierpflanze überschritten, sich aber längst aus eigener Kraft etabliert. So gibt es in der Braunschweiger Innenstadt kaum eine Anlage, in der nicht Efeu zu finden wäre. Die Etablierung von Efeu-Keimlingen ist jedoch offensichtlich von einem gewissen Störungsgrad bzw. einer Auflockerung der Vegetationsdecke abhängig (METCALFE 2005), was in Städten sicherlich oft der Fall ist.

Ist *Hedera helix* die Erweiterung seines Habitats vom Wald zur Stadt gelungen? Die Befunde für Braunschweig (wie auch für viele andere Städte in Deutschland) belegen eindeutig, dass Efeu längst als Apophyt einzustufen ist. So nehmen Vitalität und Fertilität vom Stadtrand zum Stadtzentrum hin eindeutig zu, wobei das Optimum offensichtlich im Bereich der Okerumflut liegt, die die Innenstadt (ehem. Altstadt) ringförmig umgibt. Selbst in der Innenstadt gibt es nur wenige Straßengevierte, in denen kein Efeu – angepflanzt oder verwildert – vorkommt. Die Suche nach Keimpflanzen in der Innenstadt hat ergeben, dass generative Efeuvermehrung häufiger erfolgt, sogar in ruderalen Habitaten. Darüber hinaus kann eine unbeabsichtigte vegetative Vermehrung nicht ausgeschlossen werden (vgl. Abschnitt 3.4). Ca. 40 Jahre nach Ende des 2. Weltkrieges spielte Efeu auf den letzten Trümmergrundstücken ebenso wie in städtischen Robinien-

beständen eine wichtige Rolle (BECHER & BRANDES 1985). Im Erweiterungsgelände des Botanischen Gartens wurden von uns 2008 auf einer 39 Jahre alten Sukzessionsfläche von 200 m² insgesamt 6 Efeu-Keimlinge gefunden. *Hedera helix* gehört zu den höchsten Arten in europäischen Altstädten und gehört zu den am weitesten verbreiteten Mauerpflanzen (BRANDES 1995; vgl. Abb. 8). In diesem Zusammenhang ist interessant, dass MÜLLER (2005) den Neophyten *Hedera helix* für nordamerikanische Städte als „Apophyten“ einstuft, der in San Francisco sogar zu den 50 häufigsten Arten gehört und „allenthalben im Unterwuchs von Stadtwäldern und an Böschungen“ anzutreffen ist.

Wenn man die Beziehung von *Hedera helix* zum Lebensraum Stadt beurteilen will, muss man den Efeu als urbanoneutral einstufen, da er sowohl in nährstoffreichen Laubwäldern als auch in Städten und Dörfern (!) vorkommt. Dort erreicht er zwar höhere Vitalität, wobei eine gewisse Ruderalisierung (Nährstoffanreicherung, Auflichtung) förderlich zu sein scheint, meidet allerdings polyhemerobe Standorte.

5 Laurophyllisation: Folgen des Klimawandels oder der Gartenmoden?

Die mitteleuropäische Flora kennt nur sehr wenige immergrüne Gehölze: außer *Hedera helix* sind es *Ilex aquifolium* und *Buxus sempervirens*. Sie gelten alle als Tertiärrelikte i.w.S. und haben die Eiszeiten vermutlich in ihren Refugien überdauert. Alle drei Arten werden seit langem als Zierpflanzen verwendet. Seit dem ausgehenden 19. Jahrhundert werden in der Südschweiz (Tessin) zahlreiche weitere gebietsfremde wintergrüne Arten als Ziergehölze kultiviert. Aus vegetationsgeografisch-ökologischer Sicht handelt es sich bei diesen laurophyllen, d.h. breitblättrigen immergrünen Arten um Vertreter der Lorbeerwaldflora vor allem Ostasiens. Sie gedeihen deshalb so gut im insubrischen Klima, da das Tessin und die angrenzenden oberitalienischen Seen eine Lorbeerwald-Nische darstellen. Ganzjährig gute Wasserversorgung bei sehr milden Wintern würde Lorbeerwaldvegetation ermöglichen, sofern die Kaltzeiten nicht die ursprünglich vorhandenen Lorbeerwaldarten auch am Alpensüdrand ausgelöscht hätten. Seit einigen Jahrzehnten (vgl. BRANDES 1989) wird nun eine Verwilderung immergrüner Arten in Insubrien beobachtet, die inzwischen unter dem Schlagwort „Laurophyllisation“ negativ konnotiert ist und die als Gefahr für die Edelkastanienwälder, die übrigens auch erst auf Anpflanzungen durch die Römer zurückgehen, gewertet wird.

Seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden in Mitteleuropa nördlich der Alpen zunehmend immergrüne Gehölze gepflanzt, neben Koniferen auch laurophyll Arten. Außer ästhetischen Gründen war es vor allem der geringere Pflegeaufwand, der die Immergrünen begünstigte, da ja im Herbst kein Laubabwurf erfolgt. Häufig kultivierte Laurophyll sind:

Aucuba japonica, *Buxus sempervirens*, *Euonymus fortunei*, *Euonymus japonicus*, *Hedera canariensis*, *Hedera helix*, *Hedera hibernica*, *Ilex aquifolium* (incl. zahlreicher anderer Sippen), *Lonicera henryi*, *Prunus laurocerasus*, *Prunus lusitanica*, *Pyracantha coccinea*, *Rhododendron* div. spec., *Skimmia japonica*.

Als immergrüne Zwerg- bzw. Halbsträucher werden gern *Lonicera nitida*, *Lonicera pileata*, *Pachysandra terminalis*, *Vinca minor* und *Vinca major* kultiviert. Zu den Arten, deren Kultivierung neuerdings auch propagiert wird, gehören die mediterranen Arten *Laurus nobilis*, *Viburnum tinus*, die aus dem Südosten der USA stammende *Magnolia grandiflora* und mit *Trachycarpus fortunei* sogar eine in den Lorbeerwaldgebieten Chinas beheimatete Palme. Allerdings sind die Anbauversuche im nördlichen Deutschland nicht nur in langen Wintern wenig erfolgreich (vgl. z.B. BRANDES 2008). Insgesamt sind es etwa 50 immergrüne Gehölze, die in mitteleuropäischen Gärten gepflanzt werden.

Die Etablierung der laurophyllen Arten hat zwei wesentliche Voraussetzungen: Einführung und Förderung durch ein ihnen zusagendes Klima. Die erste Voraussetzung ist weitgehend anthropogen bedingt, ohne Einfluss des Menschen spielten laurophyllle Arten in Mitteleuropa kaum eine Rolle. Als immergrüne Arten profitieren sie zweifellos von einer Klimaerwärmung bzw. von einer Verlängerung der Vegetationsperiode. Noch mehr begünstigt offensichtlich Auflichtung, wie an Siedlungsstandorten für *Hedera helix* nachgewiesen werden kann. Dieses Phänomen wurde bereits von ADAMOVIĆ (1906) von winterkahlen Hopfenbuchen-Orienthainbuchenwäldern der Küstenregionen des Balkans beschrieben, in deren Degradationsstufen immergrüne Arten eine so wichtige Rolle spielen, dass sie als „Pseudomacchien“ angesprochen wurden.

6 Zusammenfassung

Der Efeu (*Hedera helix*) gehört zu den wenigen immergrünen Waldarten in Mitteleuropa und gilt als Relikt des Atlantikums. Er tritt in zwei Formen auf: als vegetative Bodenform sowie als blühende und fruchtende Baumform. In den meisten Wäldern Mitteleuropas kommt er nur in der Bodenform vor. Auffällig ist jedoch die scheinbare Häufung der kletternden Form in Siedlungen, so gehört sie zu den hochfrequenten Arten in europäischen Altstädten. In der Mauervegetation Mitteleuropas stellt *Hedera helix* eine der wichtigsten Arten. Die Ausbreitung der kletternden und fruktifizierenden Form gilt als Klimamarker für eine mögliche Erwärmung und wird daher häufig im Zusammenhang mit der Laurophyllisation diskutiert.

Am Beispiel der Stadt Braunschweig haben wir Verbreitung und Vitalität des Efeus im Gradienten zunehmender Urbanität untersucht. Dabei konnten wir an Hand eines 12 km langen Transektes zeigen, dass die aufrechte Form vom äußeren Stadtrand zum Rand der Innenstadt hin zunimmt. Selbst in der dicht bebauten Innenstadt finden sich sowohl fruktifizierende Individuen als auch Keimlinge von *Hedera helix*. Keimversuche mit Früchten, die in der Innenstadt von Braunschweig gesammelt wurden, ergaben eine Keimfähigkeit von durchschnittlich 48 % im Dunkeln und 40 % im Licht. Wenn Efeu auch häufig als Zierpflanze vom Menschen in die Städte eingebracht wurde, so kann doch kein Zweifel daran bestehen, dass sich die Art aus eigener Kraft in unseren Städten etablieren kann, wobei sie insbesondere durch das Vorkommen von lichten Gehölzbeständen sowie vom Vorhandensein alter Mauern gefördert wird. Efeu klettert in Braunschweig mindestens an 69 Gehölzarten.

Wir stufen *Hedera helix* daher als Apophyten ein, dem wie *Urtica dioica*, *Aegopodium podagraria* oder *Campanula rapunculoides* der Übergang vom Waldhabitat zu anthropogenen Lebensräumen gelungen ist. In welchem Umfang sich in den Städten die Periode wärmerer Sommer auf die Vitalität von Efeu auswirkt, kann wegen fehlender Vergleichsdaten noch nicht beurteilt werden. Mit unseren Probestflächen wurde jedoch die Grundlage für ein Langzeitmonitoring geschaffen. Abschließend wird das Phänomen der Laurophyllisation vor dem Hintergrund von Klimawandel und Gartenmoden diskutiert.

7 Literatur

- ADAMOVIĆ, L. (1906): Über eine bisher nicht unterscheidene Vegetationsformation der Balkanhalbinsel, die Pseudomacchie. – Verhandlungen der Zoologisch-botanischen Gesellschaft Wien, **56**: 355.
- BARTELS, H. (1993): Gehölzkunde: Einführung in die Dendrologie. – Stuttgart. 336 S. (UTB-Taschenbücher, 1720).
- BECHER, R. & BRANDES, D. (1985): Vergleichende Untersuchungen an städtischen und stadtnahen Gehölzbeständen am Beispiel von Braunschweig. – Braunschweiger Naturkundliche Schriften, **2**: 309–339.
- BRANDES, D. (1987): Verzeichnis der im Stadtgebiet von Braunschweig wildwachsenden und verwilderten Gefäßpflanzen. – Braunschweig. 44 S.
- BRANDES, D. (1989): Zur Soziologie einiger Neophyten des insubrischen Gebietes. – Tuexenia, **9**: 267–274.
- BRANDES, D. (1995): The flora of old town centres in Europe. – In: SUKOPP, H., NUMATA, M. & HUBER, A. (eds.): Urban ecology as the basis of urban planning. – The Hague, p. 49–58.
- BRANDES, D. (2008): Invasive Pflanzen: Naturkatastrophen oder Spiegel unserer Kulturgeschichte? – Abhandlungen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft, **59**: 9–36.
- CHEMNITIUS, J. (1652): Index plantarum circa Brunsvigam trium feré milliarium circuitu nascentium. – Braunschweig. 55 S., Appendix iconum.
- DIERSCHKE, H. (2005a): Laurophyllisation – auch eine Erscheinung im nördlichen Mitteleuropa? Zur aktuellen Ausbreitung von *Hedera helix* in sommergrünen Laubwäldern. – Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft, **17**: 151–168.
- DIERSCHKE, H. (2005b): Zur Lebensweise, Ausbreitung und aktuellen Verbreitung von *Hedera helix*, einer ungewöhnlichen Pflanze unserer Flora und Vegetation. – Hoppea, **66**: 187–206.
- ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULISSEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Aufl. – Göttingen. 258 S. (Scripta Geobotanica, 18.).
- GROTE, S. & BRANDES, D. (1991): Die Flora innerstädtischer Flußufer – dargestellt am Beispiel der Okerufer in Braunschweig. – Braunschweiger Naturkundliche Schriften, **3**: 905–926.
- HARTKE, H.-J. & IHL, A. (2000): Atlas der Farn- und Samenpflanzen Sachsens. – Dresden. 806 S.
- HEGI, G. (1965): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. V, T. 2. 2., unveränd. Aufl. – München. S. 679–1584.
- HELLWIG, M. (1990): Paläoethnobotanische Untersuchungen an mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Pflanzenresten aus Braunschweig. – Berlin, Stuttgart. 196 S. (Dissertationes Botanicae, 156).
- HENDRY, G. A. & GRIME, J. P. (1993): Methods in comparative plant ecology. – London. XVIII, 252 p.
- HEYWOOD, V. H., BRUMMITT, R. K., CULHAM, A. & SEBERG, O. (2007): Flowering plant families of the world. – Kew. 424 S.
- IVERSEN, J. (1944): *Viscum*, *Hedera* and *Ilex* as climate indicators. – Geol. Fören. Förhandl., Stockholm, **66**: 463–483.
- KOLLMANN, J. (1994): Ausbreitungsökologie endozoochorer Gehölzarten. Naturschutzorientierte Untersuchungen über die Rolle von Gehölzen bei der Erhaltung, Entwicklung und Vernetzung von Ökosystemen. – Veröff. Projekt Angew. Ökol., **9**: 1–212.
- LANG, G. (1994): Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. Methoden und Ergebnisse. – Jena. 462 S.
- METCALFE, D. J. (2005): Biological flora of the British Isles. *Hedera helix* L. – Journal of Ecology, **93**: 632–648.
- MEUSEL, H., JÄGER, E., RAUSCHERT, S. & WEINERT, E. (1978): Vergleichende Chorologie der mitteleuropäischen Flora. Bd. II. – Jena. 421 S.
- MÜLLER, N. (2005): Biologischer Imperialismus – zum Erfolg von Neophyten in Großstädten der alten und neuen Welt. – Artenschutzreport, **18**: 49–63.
- OBBERDORFER, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. 8. Aufl. unter Mitarbeit von A. Schwabe & T. Müller. – Stuttgart. 1051 S.
- PHILIPPI, G. (1992): Araliaceae. – In: SEBALD, O., SEYBOLD, S. & PHILIPPI, G. (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Bd. 4. – Stuttgart. S. 220–221.

- ROLOFF, A. & BÄRTELS, A. (2006): Flora der Gehölze: Bestimmung, Eigenschaften und Verwendung. – Stuttgart. 844 S.
- Stadt Braunschweig (2009): Braunschweig in der Statistik, Langjährige Klimadaten Braunschweigs. – <http://www.braunschweig.de/statistik> (vidi 20.4.2010).
- WITTIG, R. (2002): Siedlungsvegetation. – Stuttgart. 252 S.

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Biol. Alexander Nikolaidis
Torben Gerecke B. Sc.
Prof. Dr. Dietmar Brandes (Korrespondenzautor)
Arbeitsgruppe Vegetationsökologie
Institut für Pflanzenbiologie der Technischen Universität Braunschweig
D-38029 Braunschweig
E-Mail: d.brandes@tu-bs.de